МОБИЛЬНЫЙ ТЕЛЕФОН MOTOROLA P7689/P7789

Дмитрий Хрусталев (Москва)

Мобильный телефон Motorola P7689/P7789 относится к телефонам средней ценовой категории, и поэтому, очень популярен среди пользователей сотовой связи. В статье подробно рассказано об устройстве телефона, приведена его структурная схема, даны рекомендации по разборке и перечень основных неисправностей.

Общие характеристики

Схемотехнически обе модели построены абсолютно одинаково. Отличия заключаются лишь в конструкции корпуса – Motorola P7689 не имеет откидной крышки, а P7789 – имеет. От моделей мобильных телефонов других производителей телефоны Motorola P7689/P7789 выгодно отличаются богатством функций. Они имеют виброзвонок, ИК-порт для беспроводного обмена данными с компьютером, систему голосового набора номера, работают в трех диапазонах частот GSM900/1800/1900, что позволяет путешествовать с таким телефоном по всему миру. Телефоны выполнены на микросхемах с пониженным напряжением питания, что позволило увеличить время работы как в режиме ожидания, так и в режиме разговора. В табл. 1 приведены некоторые технические характеристики моделей P7689/P7789.

На рис. 1 показаны внешний вид корпуса, расположение на нем органов управления телефоном и точки расположения крепежных винтов. Телефоны выпускаются в корпусах четырех цветов: серебристого, титанового, графитного и алюминиевого. В нижней части корпуса расположен системный разъем (рис. 2). С его помощью обеспечиваются:

- зарядка аккумуляторной батареи;
- подключение к компьютеру через порт RS-232;
- подключение внешних устройств, например, Hands Free.

В комплекте с телефоном поставляется литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью 550 мАч. Кроме нее можно использовать тонкопрофильную литий-ионную батарею емкостью 600 мАч LSQ6 или батарею повышенной емкости LSQ8 емкостью 900 мАч.

Принципы устройства

Принцип построения схемы телефонов понятен из структурной схемы (рис. 3, 4). Основные функции выполняют три микросхемы – сигнальный процессор WhiteCap (U700), микросхема формирования и обработки радиосигналов MAGIC (U200) и микросхема управления питанием и формирования напряжений GCAP II (U900). Детально рассматривать принцип работы телефона в рамках данной статьи мы не будем, а вот на некоторых особенностях схемы остановимся.

Сигнал, принимаемый от базовой станции, поступает с антенны на вывод 10 RF-коммутатора — микросхемы U150, а при передаче с него же поступает в антенну. Коммутатор обеспечивает поочередное подключение к антенне выхода тракта передачи и входа тракта приема. В зависимости от уровней управляющих сигналов TX_EN, RX_EN и подключения 50-омной нагрузки к выводу SW_RF возможны четыре состояния коммутатора (табл. 2).

Выбор диапазона в тракте приема обеспечивается подачей сигналов RX275_GSM_PCS или RX275_DCS. При этом сигнал приема проходит либо через фильтры FL400 (GSM), FL2400 (PCS), либо через FL1400 (DCS).

***Таблица 1**. Технические характеристики телефонов Motorola P7689/P7789*

Параметр	Значение
Диапазоны рабочих частот: GSM (GSM-900) DCS (GSM1800) PCS (GSM1900)	TX: 880…915 МГц; RX: 925…960 МГц; TX: 1710…1785 МГц; RX: 805…1880 МГц; TX: 1850,2…1909,8 МГц; RX: 1930,2…1989,8 МГц
Разнос между каналами	200 кГц
Количество каналов	174 GSM/374 DCS (по 8 каналов на несущую)
Вид модуляции	GMSK
Разнос частот при работе дуплексом	GSM – 45 МГцDCS – 95 МГцPCS – 80 МГц
Рабочее напряжение питания	3,6…4,2 В – номинальное; 2,85 В – нижний порог; 5,9 В – при заряде
Потребляемый ток:	
– в режиме передачи	250 мА (ср.); 1,0 А (пик.)
– в режиме ожидания	7,0 мА
Мощность передающего устройства	33±2 дБм – GSM; 30±2 дБм – DCS
Чувствительность приемного устройства	–102 дБм
Размеры	130 × 46 × 23 мм
Вес	102,9 г
Диапазон рабочих температур	–10…+55 °C

***Рис. 1.** Внешний вид и расположение органов управления телефона Motorola P7689/P7789*

Усилитель мощности (УМ) передающего устройства – широкополосный. Он выполнен на микросхеме U300. Выходная мощность изменяется при изменении внешнего управляющего напряжения, подаваемого с микросхемы U350. Согласование УМ при работе в разных диапазонах достигается при подаче управляющих сигналов TX_GSM или TX_DCS. При этом через диоды CR300-CR306 подключаются определенные полосковые линии, выполняющие роль индуктивностей.

Источником питания телефона служит литий-ионная аккумуляторная батарея типа AANNA напряжением 3,6 В. Напряжение питания подается на телефон через ключ на полевом транзисторе Q901 (рис. 5). Процессом заряда аккумуляторной батареи управляет контроллер заряда микросхемы GCAP.



Расположение контактов системного разъема

1. GND	6. RS232_TX	11. DSC_EN
2. SW_RF	7. RS232_RX	12. DOWNLINK
3. GND	8. CHG_EN	13. DSC_EN
4. BATT_FDBK	9. ON_2*	14. EXT B+
5. MAN_TEST_AD	10. GND	15. GND

***Рис. 2.** Системный разъем телефона Motorola P7689/P7789*

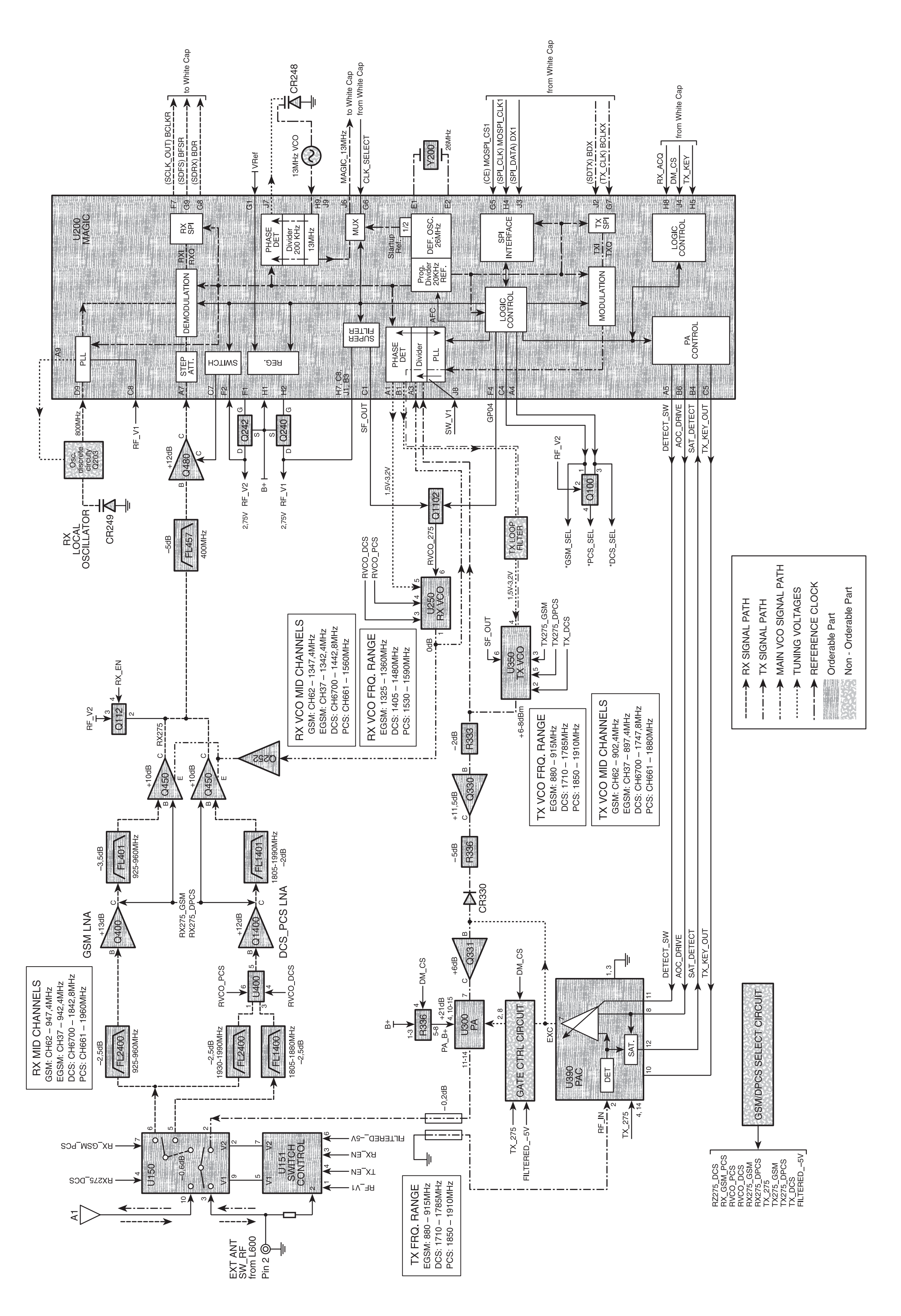


Рис. 3. *Блок радиоканала*

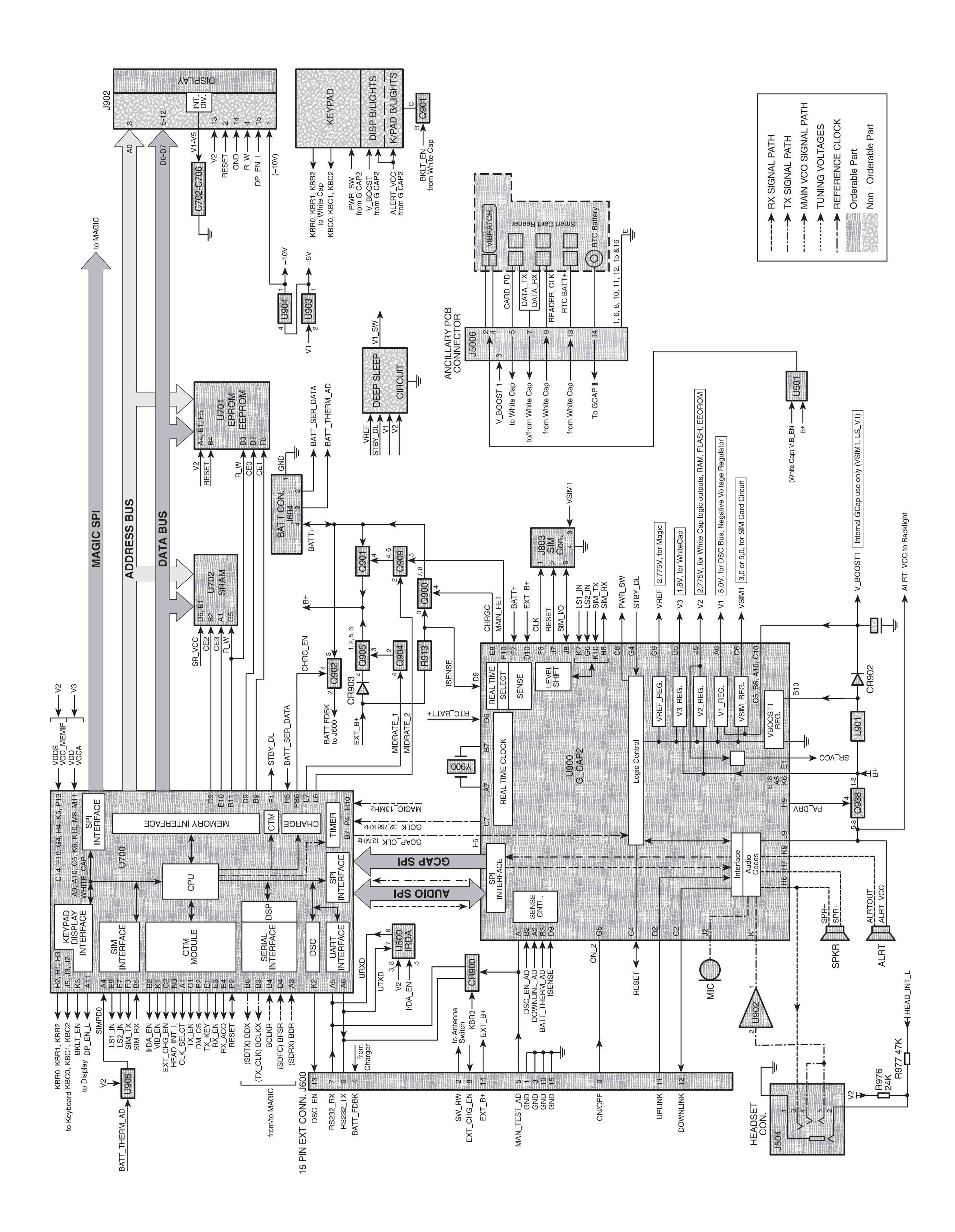


Рис. 4. *Блок сигнального процессора и формирователя напряжений*

При необходимости быстрого заряда контроллер обеспечивает мониторинг температуры батареи. В этом случае напряжение между выводом 2 разъема J600 и выводом 3 микросхемы GCAP II зависит от ее температуры (табл. 3).

Контроллер заряда способен также распознавать тип зарядного устройства (ЗУ). Для этой цели в ЗУ каждого типа установлены резистивные датчики, имеющие разные сопротивления. В зависимости от величины сопротивления каждому ЗУ соответствует свое напряжение между выводом 5 J600 и выводом A1 GCAP II. Для ЗУ ускоренного заряда это напряжение составляет 2,75 В, для ЗУ быстрого заряда – 2,13 В, для ЗУ медленного заряда – 1,38 В.

В процессе заряда измеряется напряжение аккумуляторной батареи, прикладываемое к выводу 7 GCAP II. В режиме ожидания телефон потребляет ток около 50 мА для поддержания открытого состояния полевого транзистора Q905. В режиме заряда ток через этот транзистор составляет около 400 мА. Ток заряда 350 мА протекает через транзистор Q900. В режиме передачи телефон потребляет ток до 1,5 А. При подключенном зарядном устройстве часть зарядного тока через транзистор Q901 поступает на схему телефона.

Микросхема GCAP II формирует следующие напряжения:

- V1 – 5 В, предназначенное для питания драйверов шины DCS, стбилизаторов отрицательных напряжений и микросхемы MAGIC;
- V2 – 2,775 В, которое подается на вывод J2 GCAP II и может быть измерено на конденсаторах C939 или C931;
- V3 – 2,003 В для питания микросхемы WhiteCap (можно проконтролировать на конденсаторах C909 или C910);
- VSIM – 3 В для питания SIM-карты; если SIM-карта не считывается, напряжение увеличивается скачком до 5 В. Таким образом обеспечивается поддержка 3- и 5-вольтовых SIM-карт;
- VREF – 2,775 В, используется в качестве опорного напряжения для микросхемы MAGIC, снимается с вывода G9 GCAP II и может быть измерено на конденсаторе C919 (его источник – V2);
- –5V (для питания драйвера дисплея) и –10V (для переключения диапазонов GSM/DCS). Оба напряжения формируются из напряжения V1 стабилизаторами U903 и U904;
- SR_VCC – напряжение подпитки памяти SRAM (U702). Если основной источник питания разряжен или отключен, питание осуществляется от элемента питания RTC (напряжение RTC BATTERY+).

Для экономии ресурса аккумуляторной батареи предусмотрен режим «глубокого сна» — Deep Sleep Mode. В этом режиме прекращают работу микросхема MAGIC, элементы тракта передачи, микросхема внешнего интерфейса, некоторые узлы микросхемы GCAP.

В телефонах использован графический дисплей с разрешением 96×94 точки, который соединяется с платой телефона посредством 16-выводного ZIF-соединителя J902. узел дисплея включает драйвер. Узел соединен с печатной платой контактами на основе эластомера.

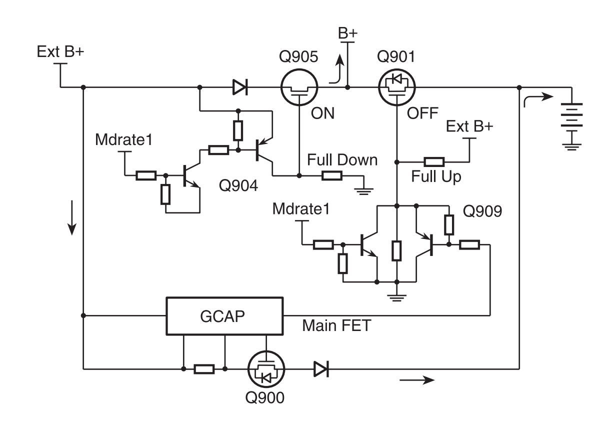


Рис. 5. *Ключ напряжения питания*

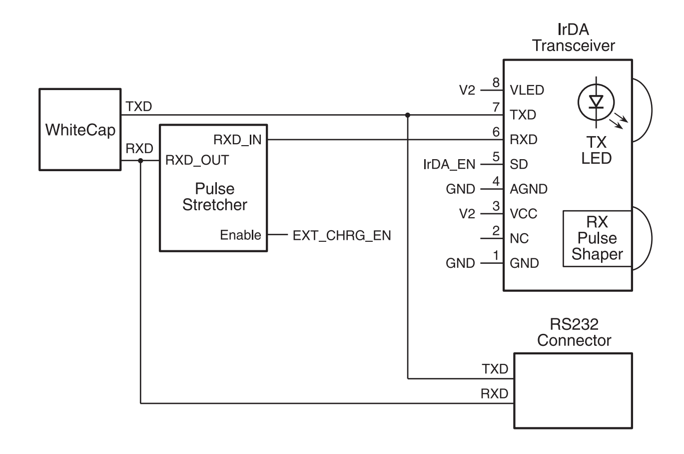


Рис. 6. *Схема включения ИК-модуля*

Схема включения модуля IrDA (ИК-модуля) представлена на рис. 6.

Порядок разборки

Корпус телефона Motorola P7689/P7789 скреплен пятью винтами, два из которых расположены под заглушкой в верхней его части. Перед началом

Таблица 2. *Состояния коммутатора*

TX_EN	RX_EN	SW_RF (50 Ом)	Результат
1	0	нагружен	TX подкл. к J600
0	1	нагружен	RX подкл. к J601
1	0	не нагружен	TX подкл. к антенне
0	1	не нагружен	RX подкл. к антенне

Таблица 3. *Зависимость напряжения батареи от температуры*

t°, °C	–40	25	40
Напряжение, В	2,75	1,39	0,96

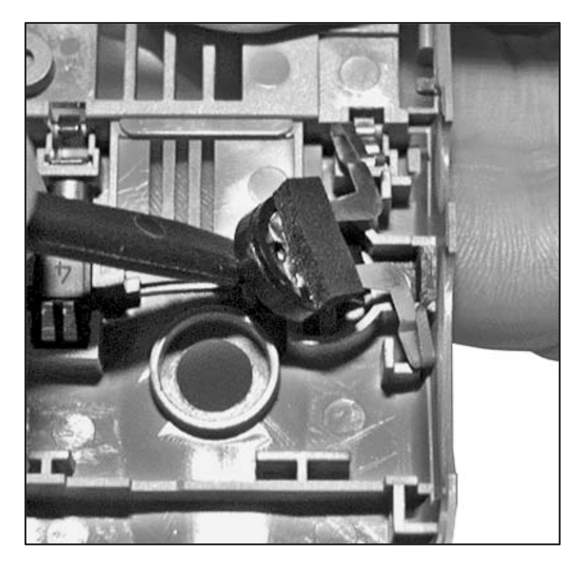


Рис. 7. Громкоговоритель вызова

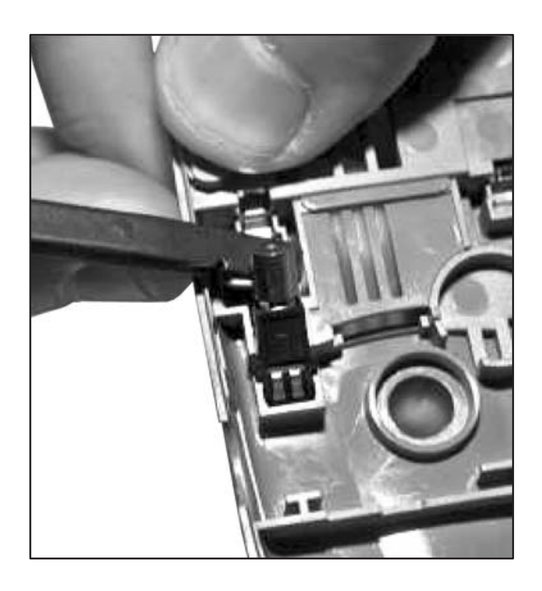


Рис. 8. Виброзвонок



Рис. 9. Извлечение модуля дисплея

разборки телефона и его ремонтом необходимо предусмотреть меры для защиты схемы телефона от воздействия статического электричества, например, использовать заземленный антистатический браслет или коврик. Разбирать телефон следует в таком порядке:

- снять крышку батарейного отсека и извлечь аккумуляторную батарею;
- извлечь SIM-карту;
- снять заглушку в задней верхней части корпуса;
- вывинтить антенну;
- вывинтить пять винтов крепления;
- аккуратно отделить заднюю часть корпуса от передней, начиная с места расположения регулятора громкости;
- поддев плату телефона со стороны системного разъема в нижней части корпуса, аккуратно вынуть ее;
- аккуратно извлечь громкоговоритель вызова (рис. 7) и виброзвонок (рис. 8) из задней части корпуса;
- из передней части корпуса извлечь клавиатуру, а затем кнопки регулятора громкости;
- аккуратно нажав на индикатор работы в сети, расположенный в верхней части корпуса проверить его состояние, если он имеет надлом или трещину индикатор необходимо заменить;
- освободить четыре зацепа модуля дисплея (рис. 9) и извлечь модуль;
- извлечь из корпуса окно ИК-порта и микрофон;
- осторожно извлечь громкоговоритель (рис. 10);
- отделить плату с батареей RTC, при этом следить за тем, чтобы не вывести из строя разъем (рис. 11).

Ремонт

На рис. 12, 13 показано расположение основных элементов схемы на плате телефона, а на рис. 14 – внешний вид платы часов реального времени.

Телефоны Motorola P7689/P7789 отличаются от телефонов других производителей возможностью тестирования без использования специальных приборов. Однако для этой цели следует использовать тестовую SIM-карту, которую следует установить вместо SIM-карты оператора (номер по каталогу запасных частей – 8102430Z04). После ее установки подключают аккумуляторную батарею и включают телефон. Перечень команд для тестирования приведен в табл. 4.

Рассмотрим простейшие неисправности, возникающие при эксплуатации телефона, и возможные причины их возникновения.

Телефон не включается

Прежде всего необходимо проверить, заряжена ли аккумуляторная батарея. Если напряжение на ней менее 4, В, батарею следует подзарядить. Далее проверяют состояние четырех контактов батареи и контактов в корпусе. Возможны их поломка, загрязнение, окисление.

При неисправности платы телефона меняют ее на заведомо исправную. Возможна также и неисправность дисплея или его соединителя. Ее также выявляют путем замены, проверяя, включается ли телефон. При нормальной работе после нажатия кнопки PWR телефон должен включиться, а после отпускания кнопки – оставаться во включенном состоянии.

Неустойчивая связь, пропадание сигнала, нестабильность вызывного сигнала

Такая неисправность обычно вызвана дефектом антенны или неисправностью основной платы. Метод проверки — замена на заведомо исправный узел.

Не работает дисплей

В этом случае следует проверить исправность дисплея, качество его соединений и исправность основной платы (первый и последний узлы проверяются заменой на заведомо исправные).

Нарушения в работе вызывных устройств и элементов аудиотракта

Нарушения могут быть вызваны в первую очередь плохим качеством или отсутствием контакта с платой из-за загрязнения или окисления, неисправностью вызывных устройств (вызывного громкоговорителя и виброзвонка), громкоговорителя, микрофона. Причиной могут быть и электрические неисправности в схеме. Кроме того, в модели P7789 следует обратить внимание на работу откидной крышки (флипа).

Не заряжается аккумуляторная батарея

Первым делом необходимо проверить состояние самой батареи, обратив внимание на ее год выпуска. Особенность литий-ионных аккумуляторов заключается в том, что их старение происходит независимо от того эксплуатировалась ли батарея или находилась



Рис. 10. *Извлечение громкоговорителя*

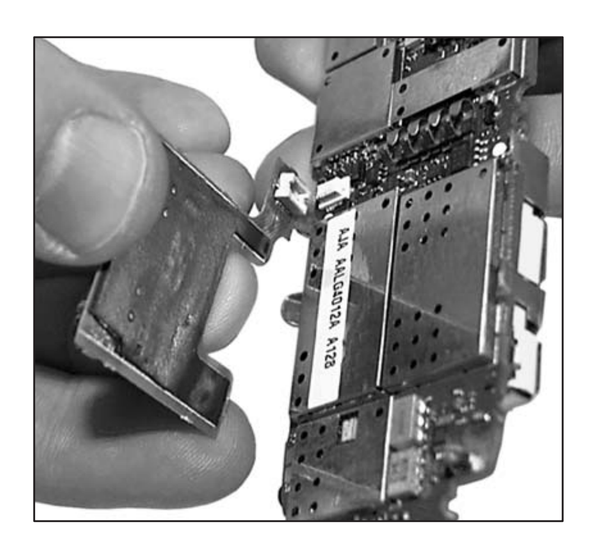


Рис. 11. *Отделение платы с батареей*

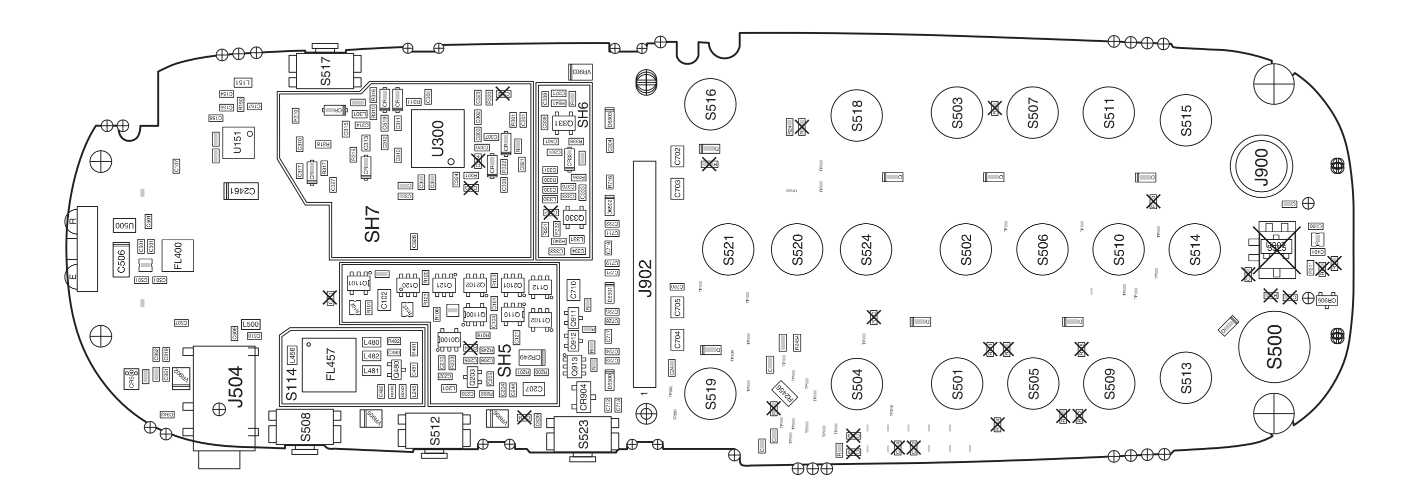


Рис. 12. *Расположение основных элементов схемы на плате со стороны клавиатуры*

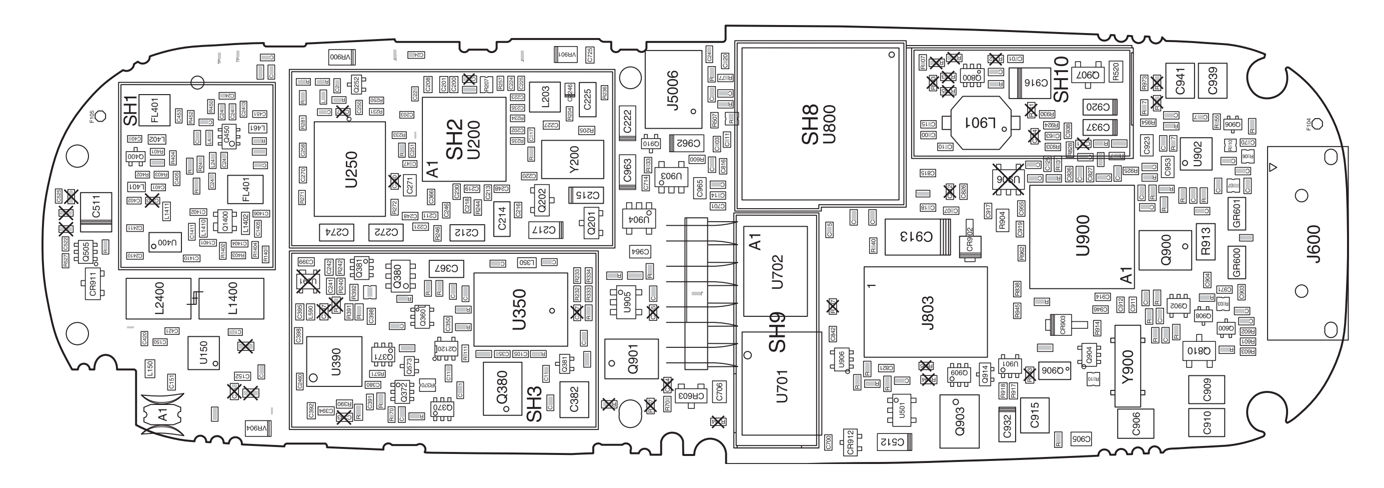


Рис. 13. Расположение основных элементов схемы на обратной стороне платы

Таблица 4. *Перечень команд для тестирования телефона*

Последовательность ввода кода команды	Функция
# и удерживать 2 с	Вхождение в режим ручного тестирования
01#	Выход из режима ручного тестирования
07x#	Отключение аудиотракта приемного устройства (RX)
08#	Включение аудиотракта приемного устройства (RX)
09#	Отключение аудиотракта передающего устройства (TX)
10#	Включение аудиотракта передающего устройства (TX)
15x#	Включение генератора тона
16#	Выключение генератора тона
19#	Отображение версии программного обеспечения процессора
20#	Отображение версии программного обеспечения модема
36#	Инициация акустиеской обратной связи
37#	Останов теста
38#	Активация мини SIM
39#	Деактивация мини SIM
43x#	Изменение тракта прохождения аудиосигналов
47x#	Установка громкости аудиосигнала
51#	Включение самопрослушивания
52#	Отключение самопрослушивания
57#	Инициализация ПЗУ
58#	Отображение кода безопасности
58xxxxxx#	Изменение кода безопасности
59#	Отображение кода блокировки
59xxx#	Изменение кода блокировки
60#	Отображение IMEI
99#	Отображение всех пикселов дисплея
15xx#90#	Проверка виброзвонка
15xx#91#	Проверка акустического вызывного устройства
36xx#0	Установка скорости работы кодека – режим Full Rate
36xx#1	Установка скорости работы кодека – режим Enahanced Full Rate
36xx#2	Установка скорости работы кодека – режим Half Rate
98#20#	Работа в диапазоне GSM1800
98#21#	Работа в диапазоне GSM900

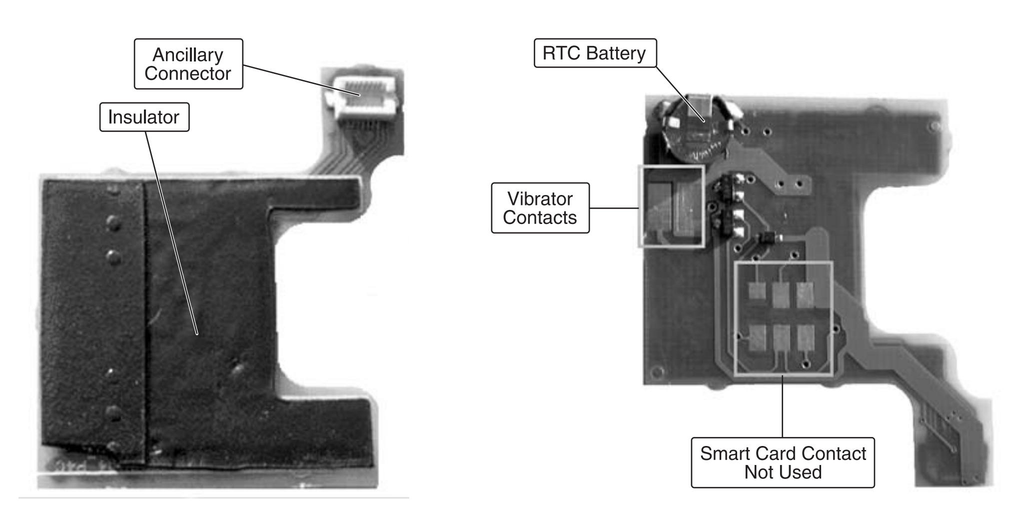


Рис. 14. *Плата часов реального времени*

на хранении. Срок ее службы составляет 1-1,5 года. Далее проверяют состояние системного разъема, исправность зарядного устройства и если неисправность не выявлена, переходят к проверке электрической схемы (см. рис. 5).

Отсутствует связь с компьютером через ИК-порт

Прежде всего, расстояние между ИК-портами должно быть не более 25 см. Если это условие соблюдается, проверяют, подается ли напряжение питания на ИК-модуль, исправны ли излучающий и фотоприемный диоды. Возможно, потребуется проверка основной платы.

При работе с программным обеспечением, например, при обновлении версии прошивки телефона, следует иметь ввиду, что ИК-порт предназначен только для обмена данными и не поддерживает выполнение операций по изменению данных в памяти телефона.